

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re

U.S. application of: Koujirou SEKINE, Mitsuru YOKOYAMA,
Miyuki TERAMOTO, Kyu TAKADA, Takuji
HATANO, Shinji MARUYAMA, and Tsuyoshi
IWAMOTO

For: OPTICAL FUNCTIONAL DEVICE AND OPTICAL
INTEGRATED DEVICE

U.S. Serial No.: To Be Assigned

Filed: Concurrently

Group Art Unit: To Be Assigned

Examiner: To Be Assigned

BOX PATENT APPLICATION

Assistant Director

for Patents

Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

EXPRESS MAIL MAILING LABEL NO.: EL589919175US
DATE OF DEPOSIT: JANUARY 18, 2001
I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the
United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee"
service under 37 C.F.R. § 1.10 on the dated indicated above and is
addressed to BOX PATENT APPLICATION, Assistant Director for
Patents, Washington, DC 20231.

Derrick T. Gordon

Name of Person Mailing Paper or Fee

Derrick T. Gordon

Signature

January 18, 2001

Date of Signature

CERTIFIED COPIES OF PRIORITY DOCUMENTS

Submitted herewith are certified copies of Japanese Patent
Application Nos. 2000-017911 filed January 24, 2000 and 2000-
210988 filed July 12, 2000.

Priority benefit under 35 U.S.C. § 119/365 for the Japanese
patent applications are claimed for the above-identified United
States patent application.

Respectfully submitted,

James W. Williams

James W. Williams
Registration No. 20,047
Attorney for Applicants

JWW/mhg
SIDLEY & AUSTIN
717 North Harwood
Suite 3400
Dallas, Texas 75201-6507
(214) 981-3328 (direct)
(214) 981-3300 (main)
January 18, 2001

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

jc872 U.S. PTO
09/765229
01/18/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2000年 1月24日

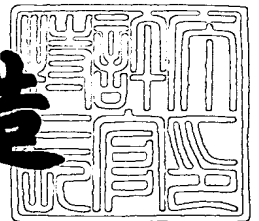
出 願 番 号
Application Number: 特願2000-017911

出 願 人
Applicant(s): ミノルタ株式会社

2000年10月20日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3087504

【書類名】 特許願

【整理番号】 P000124008

【提出日】 平成12年 1月24日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/12

【発明の名称】 光機能素子及び光集積化素子

【請求項の数】 4

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

 【氏名】 関根 孝二郎

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

 【氏名】 横山 光

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

 【氏名】 寺本 みゆき

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

 【氏名】 高田 球

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

 【氏名】 波多野 卓史

【特許出願人】

 【識別番号】 000006079

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100085501

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐野 静夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 024969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9716119

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光機能素子及び光集積化素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 屈折率の異なる複数の媒質を有した周期構造を成し、多次元の多重回折現象による導波を生じる光機能素子において、前記媒質の一方が電気光学効果を有する材料であり、外部からの電氣的制御に応じて光の偏波面によって進行方向を可変できることを特徴とする光機能素子。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光機能素子に光を導く光導波路を備え、前記光機能素子に入射する光及び前記光機能素子から射出される光が前記光導波路内を通過することを特徴とする光集積化素子。

【請求項 3】 前記光機能素子に電圧を印加する印加手段を備えたことを特徴とする請求項 2 に記載の光集積化素子。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の光機能素子と、前記光機能素子に電圧を印加する印加手段を備えたことを特徴とする光集積化素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、屈折率の異なる複数の媒質を有した周期構造を成し、光信号の分波や合波を行うことのできる光機能素子及び光集積化素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

屈折率の異なる複数の媒質を有した周期構造を成す光機能素子は図 1 に示すような構造になっている。光機能素子 1 は媒質 3 中に円柱形の媒質 2 が 2 次元の所定周期で配列して構成されている。例えば、Si 基板上に所定周期毎に空孔を形成することによって、媒質 2、3 が屈折率の異なる空気と Si から成る光機能素子 1 を形成することができる。

【0003】

このような光機能素子 1 は一般にフォトニック結晶と呼ばれ、媒質 2、3 の屈折率、円柱や角柱等の媒質 2、3 の形状、三角格子や正方格子等の格子種類或い

は配列の周期を適切に選択することにより、所望の波長や偏波面の方向の光に対して異なる光学的特性を得ることができる。

【0004】

通常の回折現象では、入射した光は、スネルの法則或いはブラッグ条件を満足する方向に回折する。その回折方向は、入射角と入射した媒質の屈折率又は格子間隔で一意的に決まるものである。しかし、フォトニック結晶では、回折した光が更に回折するといった多重回折が重畳して導波する。

【0005】

このため、屈折率に相当する物理量が入射光の波長や光の進行方向で大きく変わることもあり、場合によっては、屈折率が1より小さくなったり、負の値を取るような導波特性を示す。この現象は、フォトニック結晶内を導波する光の群速度が光の波長と光の進行方向で大きく異なることから説明できる。

【0006】

同様の導波特性は特開平11-271541号公報に開示されている。同公報によると、フォトニック結晶の周期構造によって決まる屈折率の波長依存性が大きいことを利用して、通常の光学結晶にはない強い波長分散特性を作り出している。

【0007】

一般に、フォトニック結晶の導波特性に対しては、構成媒質の屈折率よりも結晶の周期構造が支配的になる。周期構造が一次元の場合は結晶の透過或いは遮断の特性でしかない。これに対し、周期構造が二次元以上の場合は、前述したように媒質の屈折率や格子形状等の選択により、結晶から射出された光の屈折方向等の特性を所望の特性にすることができる。

【0008】

図2は光機能素子1を搭載した従来の光集積化素子10を示している。基板8上には光機能素子1が設置され、光機能素子1に入射する光と光機能素子1から射出される光を導く光導波路4、5、6が形成されている。そして、光導波路4の入力端子4aから波長 λ_1 、 λ_2 の光が入力されると、光導波路4を介して光機能素子1に入射する。光機能素子1からは波長に応じて異なった方向に光が射

出され、光導波路 5、6 の出力端子 5 a、6 a から夫々波長 λ_1 、 λ_2 の光が取り出される。

【0009】

これにより、異なる波長の光が多重化された光信号を分波する分波器、光の進行方向を逆方向にして複数の波長の光を合波する合波器に使用することができるようになっている。また、所定の波長の光の透過率を大きくし、その他の波長の光の透過率を小さくすることにより、特定の波長の光を透過させるフィルターとしても使用することができる。また、光機能素子 1 に入射される光が偏波面の方向の異なる TE 偏光と TM 偏光を有する際に、偏波面の方向に応じて異なる方向への射出や遮光を行うことも可能である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の従来 of 光機能素子 1 及び光集積化素子 10 によると、媒質 2、3 の屈折率、形状、格子種類或いは配列の周期が所定の波長や偏波面の方向の光に応じて決められるため、使用される光の波長や偏波面の方向が異なると別途設計、製造を行う必要がありコストがかかる問題がある。また、従来 of 光機能素子 1 や光集積化素子 10 は分波や合波等には使用できるが、所定の時期に特定の光を通して、所定の時期に該光を遮るようなスイッチとしての機能は有していなかった。

【0011】

本発明は、コスト削減を図ることができるとともに、スイッチとして機能させることのできる光機能素子及び光集積化素子を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために請求項 1 に記載された発明の光機能素子は、屈折率の異なる複数の媒質を有した周期構造を成し、多次元の多重回折現象による導波を生じる光機能素子において、前記媒質の一が電気光学効果を有する材料であり、外部からの電氣的制御に応じて光の偏波面によって進行方向を可変できることを特徴としている。

【0013】

この構成によると、光機能素子に電圧を加えると、光機能素子に入射する光の偏波面の方向に応じた光機能素子の反射率、透過率、屈折率等の光学的特性が変化する。これにより、入射光の偏波面の方向に応じて射出光の進行方向が変化する。ここで、進行方向の変化には光が射出されない場合も含まれる。

【0014】

また請求項2に記載された発明の光集積化素子は、請求項1に記載の光機能素子に光を導く光導波路を備え、前記光機能素子に入射する光及び前記光機能素子から射出される光が前記光導波路内を通過することを特徴としている。この構成によると、光導波路を通して進行する光は光機能素子に入射した後射出され、所定の方向に進行する射出光だけが光導波路に入射して取り出される。

【0015】

また請求項3に記載された発明は、請求項2に記載された光集積化素子において、前記光機能素子に電圧を印加する印加手段を備えたことを特徴としている。

【0016】

また請求項4に記載された発明の光集積化素子は、請求項1に記載の光機能素子と、前記光機能素子に電圧を印加する印加手段とを備えたことを特徴としている。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施形態を図面を参照して説明する。説明の便宜上、従来例の図2と同一の部分については同一の符号を付している。図3は第1実施形態の光集積化素子を示す平面図である。光集積化素子10は、Si等から成る基板8上に光機能素子1が設置されている。

【0018】

光機能素子1の両側には、光導波路4、5、6がパターンニングして形成されている。光導波路4、5、6は、下部クラッド9a及び上部クラッド9b（不図示）で上下を覆われている。下部クラッド9a及び上部クラッド9bは光導波路4、5、6と屈折率の異なるアルミナやガラス等の成膜により形成され、入力端子

4 a から入力される光、及び光機能素子 1 から射出される光を出力端子 5 a、6 a に効率良く導くようになっている。

【0019】

光機能素子 1 は、前述の図 1 に示すように、Si 等から成る媒質 3 中に液晶から成る媒質 20 が 2 次元の所定周期で配列されている。これにより、屈折率の異なる媒質を有した周期構造を成すフォトニック結晶が構成されている。媒質 20 は円柱状になっており、Si 基板上にドライエッチング等の方法により所定周期で空孔を形成し、該空孔内に液晶を充填することにより形成される。

【0020】

そして、光導波路 4 の入力端子 4 a から偏波面の方向が異なる TE 偏光と TM 偏光が入力されると、光導波路 4 を介して光機能素子 1 に入射する。光機能素子 1 は TE 偏光を所定方向に透過し、TM 偏光を透過させないような光学的特性を有するように形成されている。

【0021】

従って、TE 偏光は光導波路 5 を通って出力端子 5 a から取り出され、TM 偏光は遮光される。光集積化素子 10 の断面図を図 5 に示すと、光機能素子 1 は下面に電極 13、14 が固着されて一体となった、光集積化素子 15 を構成している。図 6 に示すように、電極 13、14 には電源 16 が接続されている。

【0022】

液晶から成る媒質 20 は、電圧が印加されると電気光学効果により屈折率が変わる。このため、電源 16 により電極 13、14 間に電圧が印加されると、光機能素子 1 は光学的特性が変化し、TM 偏光を透過させることができるようになる。

【0023】

従って、図 4 に示すように、TE 偏光と TM 偏光が入力端子 4 a から入力されると、光導波路 4 を介して光機能素子 1 に入射して分離される。そして、TE 偏光が光導波路 5 を通って出力端子 5 a から取り出され、TM 偏光が光導波路 6 を通って出力端子 6 a から取り出される。

【0024】

これにより、光集積化素子10はTE偏光とTM偏光とを分離する分波器として使用することができるとともに、TE偏光を透過してTM偏光を遮るフィルターとして使用することができる。また、電極13、14間に電圧を印加していない際にTM偏光を遮って、電圧を印加することによりTM偏光を透過させて取り出すスイッチとして使用することができる。更に、電極13、14間に印加される電圧を可変してTE偏光或いはTM偏光の進行方向を変えて、別途設けられた光導波路から取り出すことも可能である。

【0025】

本実施形態は、媒質20として液晶を用いて、電気光学効果により入射光の偏波面の方向に対する光機能素子1の光学的特性を可変しているが、電気光学効果を有する他の材料を用いて媒質20の屈折率を可変し、入射光の波長に対する光機能素子1の光学的特性を可変することもできる。

【0026】

即ち、前述の図3に示すように、電極13、14間に電圧が印加されていない際に光導波路4の入力端子4aから波長 λ_1 、 λ_2 の光が多重化されて入力端子4aから入力されると、光導波路4を介して光機能素子1に入射する。光機能素子1は波長 λ_1 の光を所定方向に透過し、波長 λ_2 の光を遮る（図中、かっこ内に示す）。

【0027】

電極13、14間に電圧を印加すると、前述の図4に示すように、入力端子4aから入力される波長 λ_1 、 λ_2 の光は、光導波路4を介して光機能素子1に入射して分離される。そして、波長 λ_1 の光が光導波路5を通過して出力端子5aから取り出され、波長 λ_2 の光が光導波路6を通過して出力端子6aから取り出される（図中、かっこ内に示す）。

【0028】

これにより、光集積化素子10は波長の異なる光を分離する分波器として使用することができるとともに、波長 λ_1 の光を透過して波長 λ_2 の光を遮るフィルターとして使用することができる。また、所定の時期に電圧を印加することによって波長 λ_2 の光を取り出すことのできるスイッチとして使用することができる。

。印加電圧の大きさを可変して光機能素子1の光学的特性を可変してもよい。

【0029】

尚、電気光学効果を有する材料として、 LiNbO_3 、PLZT等が挙げられる。これらを媒質20として用いることにより、媒質20の屈折率が変化し、偏波面の方向や波長によって異なる光学的特性を有する光機能素子を得ることができる。

【0030】

ここで、液晶は分子の形状が細長いため、異方性を著しく助長するように屈折率の変化が起こる特性を有している。このため、本実施形態のように媒質20として液晶を用いると、TE偏光とTM偏光に対する光機能素子1の光学的特性を著しく変化させることができ、容易に入射光の遮断と透過を切り換えることができるので望ましい。

【0031】

次に、図7は、第2実施形態の光集積化素子を示す図である。本実施形態の光集積化素子10は、図3～図5の第1実施形態と同様の構成から成っており、光機能素子1の媒質3中に2次元の所定周期で配列される媒質21は、熱により屈折率を変化させる熱光学効果を有するガラス等の材料から成っている。また、第1実施形態で設けられた電極13、14（図5参照）を有さない構成である。

【0032】

光機能素子1の近傍にはコイル30が配されている。コイル30に通電することにより矢印Bのように輻射熱が光機能素子1に照射され、媒質21の屈折率が変化する。これにより、第1実施形態と同様に、コイル30への電力供給と電力遮断によって光機能素子1の光学的特性を可変することができる。

【0033】

前述の図3、図4に示すように、コイル30に通電されていない際に光導波路4の入力端子4aから異なる波長や偏波面の方向を有する複数の光が入力端子4aから入力されると、光導波路4を介して光機能素子1に入射する。光機能素子1は一の波長や偏波面の方向の光を所定方向に透過し、他の波長や偏波面の方向の光を透過させる。

【 0 0 3 4 】

コイル 3 0 に通電すると、入力端子 4 a から入力される異なる波長や偏波面の方向の光は、光導波路 4 を介して光機能素子 1 に入射して分離され、一の波長や偏波面の方向の光が光導波路 5 を通って出力端子 5 a から取り出され、他の波長や偏波面の方向の光が光導波路 6 を通って出力端子 6 a から取り出される。

【 0 0 3 5 】

これにより、光集積化素子 1 0 は波長や偏波面の方向の異なる光を分離する分波器として使用することができるとともに、特定の波長や偏波面の方向の光を遮るフィルターとして使用することができる。また、所定の時期にコイル 3 0 に通電することによって、特定の波長や偏波面の方向の光を取り出すことのできるスイッチとして使用することができる。

【 0 0 3 6 】

尚、コイル 3 0 から発生する磁界によって、屈折率が変化する Y I G ($Y_3Fe_5O_3$) 等の磁気光学効果を有する材料を媒質 2 1 として用いても、同様の効果を得ることができる。

【 0 0 3 7 】

次に、図 8 は、第 3 実施形態の光集積化素子を示す図である。本実施形態の光集積化素子 1 0 は、図 3 ～図 5 の第 1 実施形態と同様の構成から成っており、光機能素子 1 の媒質 3 中に 2 次元の所定周期で配列される媒質 2 2 は、音波により屈折率を変化させる音響光学効果を有するガラスや G a P 等の材料から成っている。また、第 1 実施形態で設けられた電極 1 3、1 4 (図 5 参照) を有さない構成である。

【 0 0 3 8 】

光機能素子 1 の一端面には音波発生装置 3 1 が固着されて一体となり、光集積化素子 1 7 が構成されている。音波発生装置 3 1 を駆動することにより光機能素子 1 内に音波が発生し、媒質 2 2 の屈折率が変化する。これにより、第 1、第 2 実施形態と同様に、音波発生装置 3 1 の駆動と駆動停止によって光機能素子 1 の光学的特性を可変することができる。

【 0 0 3 9 】

前述の図 3、図 4 に示すように、音波発生装置 3 1 が駆動停止されている際に光導波路 4 の入力端子 4 a から異なる波長や偏波面の方向の光が多重化されて入力端子 4 a から入力されると、光導波路 4 を介して光機能素子 1 に入射する。光機能素子 1 は一の波長や偏波面の方向の光を所定方向に透過し、他の波長や偏波面の方向の光を透過させる。

【 0 0 4 0 】

音波発生装置 3 1 を駆動すると、入力端子 4 a から入力される異なる波長や偏波面の方向の光は、光導波路 4 を介して光機能素子 1 に入射して分離され、一の波長や偏波面の方向の光が光導波路 5 を通って出力端子 5 a から取り出され、他の波長や偏波面の方向の光が光導波路 6 を通って出力端子 6 a から取り出される。

【 0 0 4 1 】

これにより、光集積化素子 1 0 は波長や偏波面の方向の異なる光を分離する分波器として使用することができるとともに、特定の波長や偏波面の方向の光を遮るフィルターとして使用することができる。また、所定の時期に音波発生装置 3 1 を駆動することによって特定の波長や偏波面の方向の光を取り出すことのできるスイッチとして使用することができる。

【 0 0 4 2 】

尚、音波発生装置 3 1 から発生する音波の音圧によって、屈折率が変化する B e T i O_3 等の材料を媒質 2 2 として用いても、同様の効果を得ることができる。

【 0 0 4 3 】

第 1 ～ 第 3 実施形態において、光機能素子 1 が柱状の媒質が 2 次元の周期で配列された 2 次元周期構造体である場合について説明したが、これに限られず、球状等の媒質が 3 次元に周期的に配列された 3 次元周期構造体であってもよい。

【 0 0 4 4 】

【発明の効果】

本発明によると、外部からの電氣的制御により、偏波面の方向の異なる光を分離する分波器として使用することができるとともに、特定の偏波面の方向の光を

遮るフィルターとして使用することができる等、同一の光機能素子や光集積化素子によって複数の機能を持たせることができコスト削減を図ることができる。また、外部からの電氣的制御によって、所定の時期に特定の偏波面の方向の光を取り出すことのできるスイッチとして使用することができる。

【 0 0 4 5 】

また本発明によると、光導波路を設けることにより光集積化素子をコンパクトにでき、光機能素子に対する位置精度を安定させることができる。又、偏波面の方向に応じて光が屈折し、所定の方向に進行する射出光だけを光導波路に入射させて取り出すことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 光機能素子の構造を示す斜視図である。

【図 2】 従来の光集積化素子を示す平面図である。

【図 3】 本発明の第 1 実施形態の光集積化素子を示す平面図である。

【図 4】 本発明の第 1 実施形態の光集積化素子の光機能素子に電圧が印加された状態を示す平面図である。

【図 5】 本発明の第 1 実施形態の光集積化素子を示す断面図である。

【図 6】 本発明の第 1 実施形態の光集積化素子を示す断面図である。

【図 7】 本発明の第 2 実施形態の光集積化素子を示す断面図である。

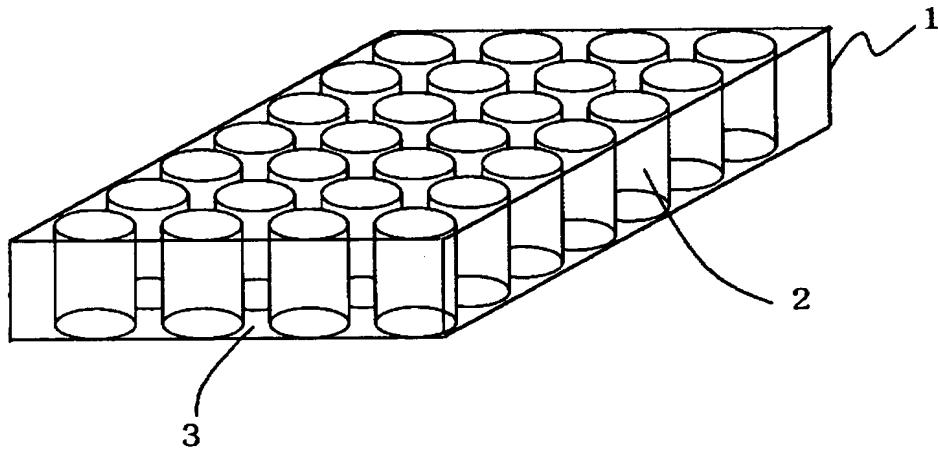
【図 8】 本発明の第 3 実施形態の光集積化素子を示す断面図である。

【符号の説明】

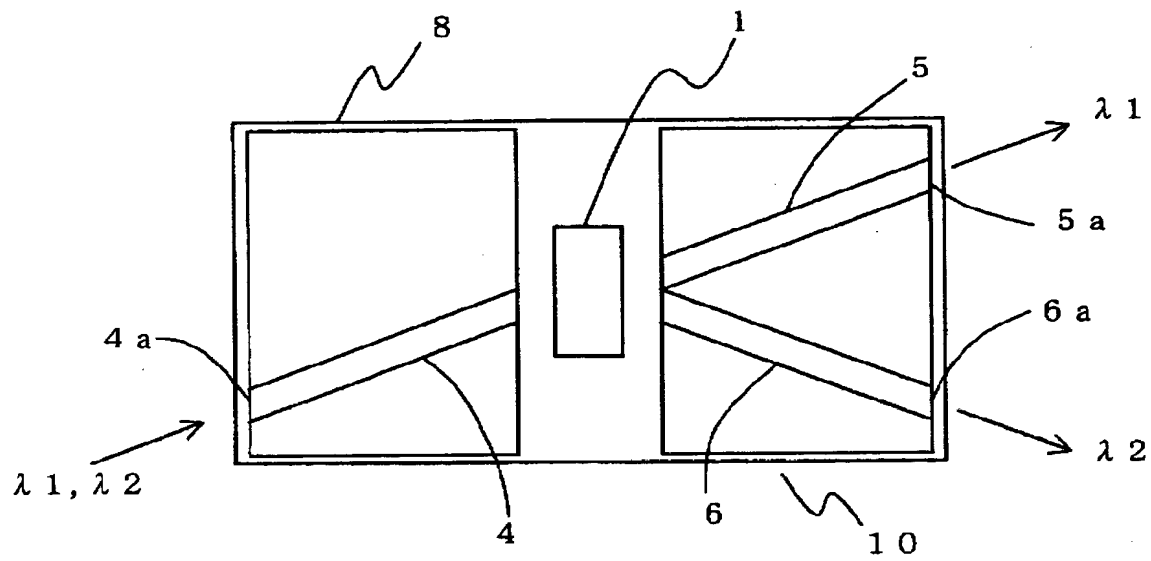
- 1 光機能素子
- 2、3、20、21、22 媒質
- 4、5、6 光導波路
- 8 基板
- 10、15、17 光集積化素子
- 9a 下部クラッド
- 9b 上部クラッド
- 30 コイル
- 32 音波発生装置

【書類名】 図面

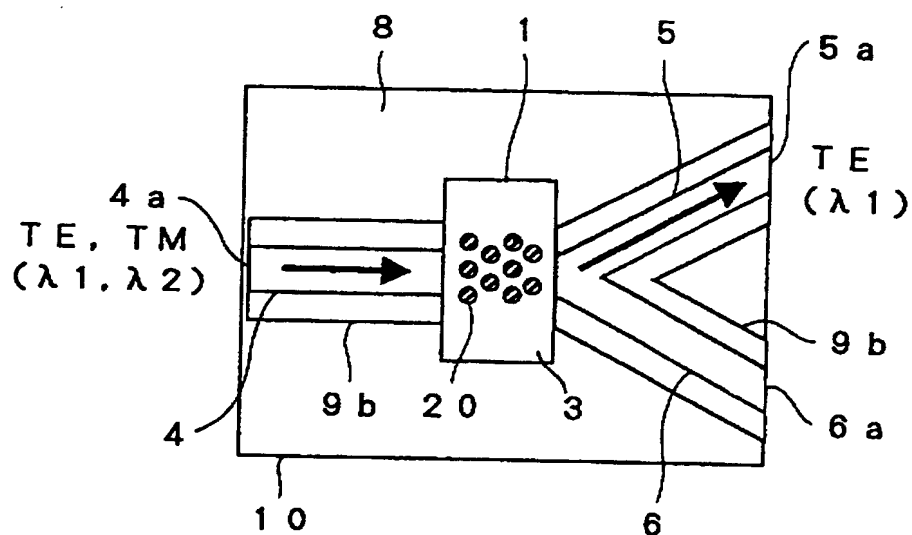
【図 1】



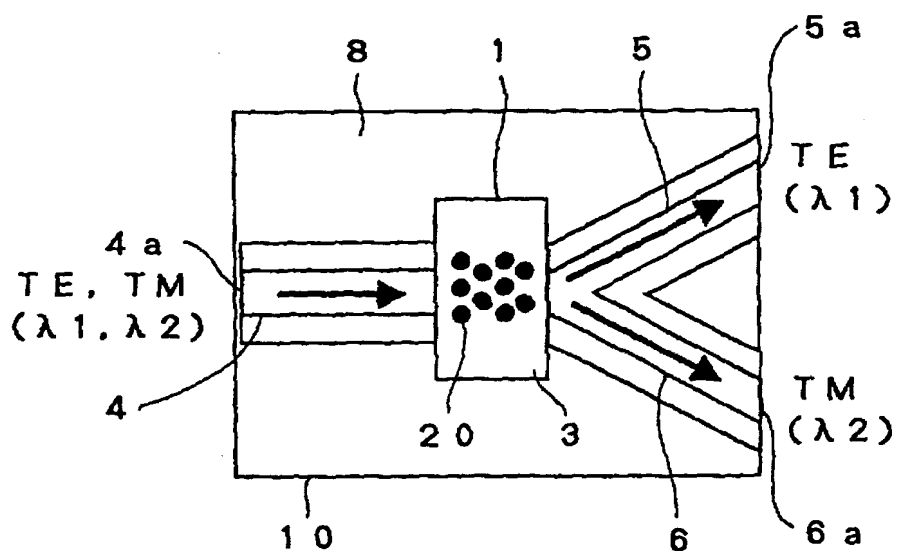
【図 2】



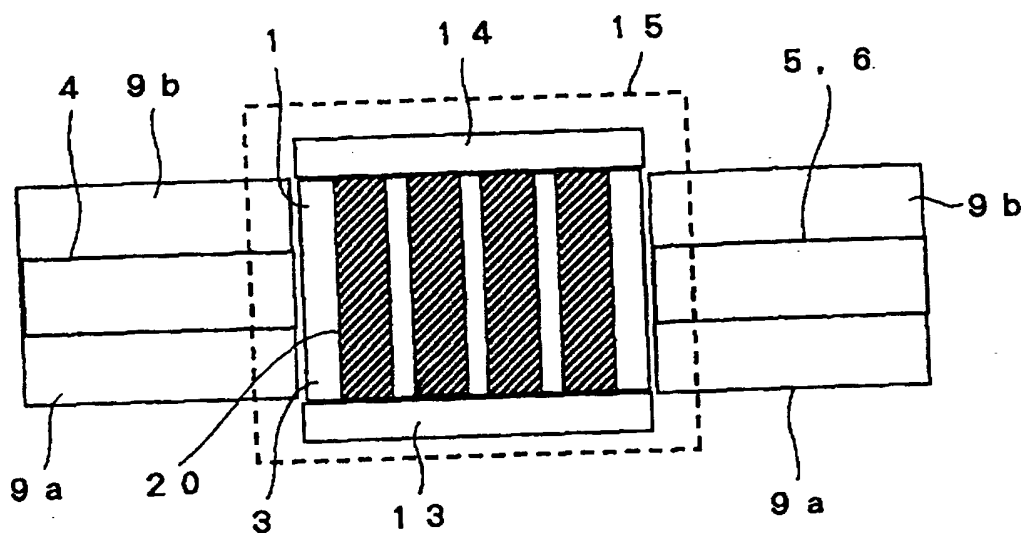
【図3】



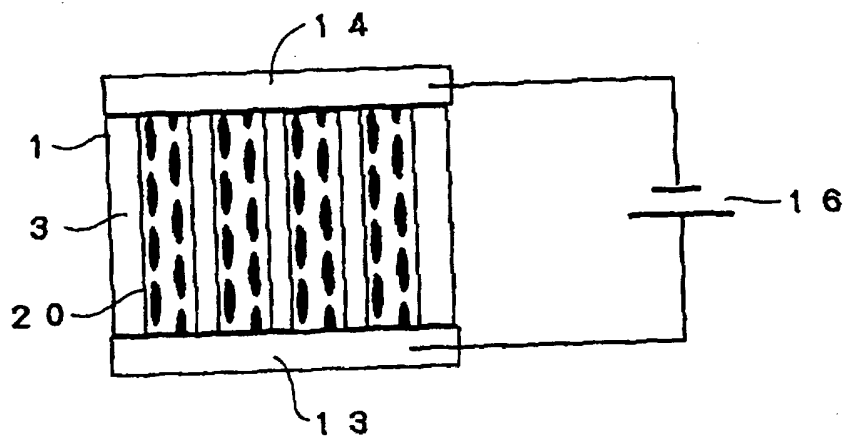
【図4】



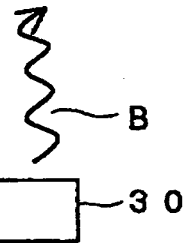
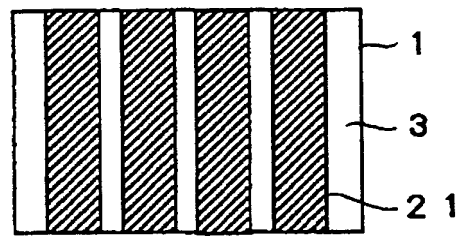
【図5】



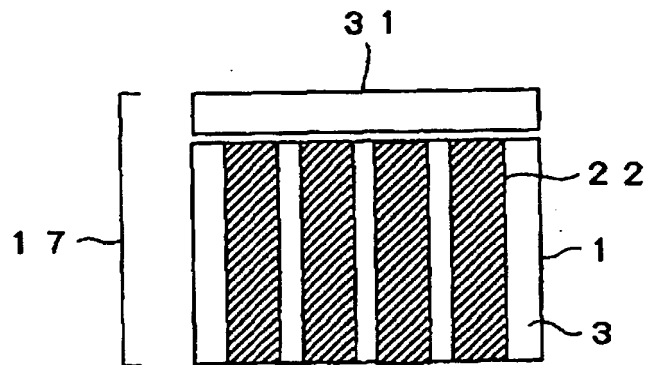
【図6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 コスト削減を図ることができるとともに、スイッチとして機能させることのできる光機能素子及び光集積化素子を提供する。

【解決手段】 液晶から成る媒質 2 0 が屈折率の異なる媒質 3 中に周期的に配列された光機能素子 1 と、光機能素子 1 に電圧を印加する電源 1 6 を備え、光導波路 4 の入力端子 4 a から偏波面の方向の異なる T E 偏光と T M 偏光が入力されると、光導波路 4 を介して光機能素子 1 に入射する。媒質 2 0 に電圧が印加されていない際は、光機能素子 1 は T E 偏光が光導波路 5 を通って出力端子 5 a から取り出され、T M 偏光が遮光される。媒質 2 0 に電圧が印加されると、液晶の屈折率が変化し、T M 偏光は光導波路 6 を通って出力端子 6 a から取り出される。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
氏 名 ミノルタ株式会社